

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

10-019644

13.12.00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

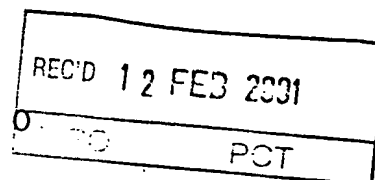
Date of Application:

2000年 6月14日

出願番号

Application Number:

特願2000-178940



出願人

Applicant (s):

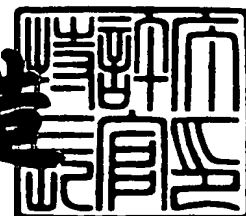
三菱電機株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3114971

【書類名】 特許願

【整理番号】 523880JP01

【提出日】 平成12年 6月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 3/06

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

 【氏名】 曾田 圭一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

 【氏名】 市橋 立機

【特許出願人】

 【識別番号】 000006013

 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100089118

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 036711

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9803092

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パケット通信システム、パケット通信方法、およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周期的なタイミングで通信動作をおこなう複数の端末装置並びに該端末装置間で授受されるパケットを中継する中継装置を有し、タイミング同期用の同期制御パケットを隣接する装置間で授受して動作タイミングの同期を確立するパケット通信システムにおいて、

前記端末装置および中継装置は、

隣接する装置に対して自己の動作タイミングで同期要求パケットを送信して同期要求をおこなう同期要求手段と、

前記隣接する装置から同期要求パケットを受け付けた際に、前記同期要求パケットに対応する同期応答パケットを自己の同期タイミングに合わせて送信して同期応答をおこなう同期応答手段と、

前記隣接する装置から送信された同期応答パケットの到着時刻と自己の動作タイミングとの時間差に基づいて隣接する装置との同期ずれ量を算定する算定手段と、

前記算定手段により算定された同期ずれ量に基づいて、自装置の動作タイミングを補正する補正手段と、

を備えたことを特徴とするパケット通信システム。

【請求項 2】 前記端末装置は、前記同期要求パケットに引き続いて相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとする数の情報パケットを送信する情報パケット送信手段を備え、前記中継装置は、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットを一時記憶する記憶手段と、前記同期要求パケットに引き続いて前記記憶手段に記憶した情報パケットをつぎの動作タイミングで中継する中継手段と、を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のパケット通信システム。

【請求項 3】 前記中継装置は、

1 : N 多重・同報通信系の N 側方路から 1 側方路に情報パケットを中継する場合に、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットのデータ部分だけを切り出す切出手段と、前記切出手段により切り出されたデータ部分を所定の順序に並べたパケットを生成するパケット生成手段とをさらに備え、

前記中継手段は、前記同期要求パケットに引き続いて前記パケット生成手段により生成されたパケットをつぎの動作タイミングで中継することを特徴とする請求項 2 に記載のパケット通信システム。

【請求項 4】 前記端末装置および中継装置は、タイミング同期制御に応じて動作タイミングごとに 1 ずつ増加する同期タイミング番号を共有し、前記中継装置は、前記端末装置ごとにあらかじめ決められた同期タイミング番号で特定される動作タイミングで前記同期要求パケットに引き続いて、相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとし数のパケットを送信することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載のパケット通信システム。

【請求項 5】 前記端末装置および中継装置は、各装置の故障情報の通知、収集、初期設定パラメータ、動作プログラムの更新などに用いる装置管理パケットを、前記端末装置および中継装置ごとにあらかじめ決められた長さとし数に応じて前記同期要求パケットに引き続いて隣接する装置宛に送信することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載のパケット通信システム。

【請求項 6】 前記端末装置は、システムの輻輳で廃棄されても上位階層の通信手順により再送されるベストエフォート型のパケットを送信すべき非優先の情報パケットとして有し、かつ情報パケットの送信以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットを送信するための時間があるとき、相手先の端末装置宛に当該非優先の情報パケットを送信し、前記中継装置は、中継以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットの送信に要する時間があるときには、前記非優先の情報パケットを中継することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載のパケット通信システム。

【請求項 7】 前記中継装置は、隣接する装置との間でタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過を検出する検出手段と、前記検出手段により

タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が検出された場合に、該タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が解消されるまで情報パケットの中継を停止する中継停止手段と、をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載のパケット通信システム。

【請求項 8】 周期的なタイミングで通信動作をおこなう複数の端末装置並びに該端末装置間で授受されるパケットを中継する中継装置を有し、タイミング同期用の同期制御パケットを隣接する装置間で授受して動作タイミングの同期を確立するパケット通信システムのパケット通信方法において、

前記端末装置および中継装置が、隣接する装置に対して自己の動作タイミングで同期要求パケットを送信して同期要求をおこなう同期要求工程と、

前記隣接する装置から同期要求パケットを受け付けた際に、前記同期要求パケットに対応する同期応答パケットを自己の同期タイミングに合わせて送信して同期応答をおこなう同期応答工程と、

前記隣接する装置から送信された同期応答パケットの到着時刻と自己の動作タイミングとの時間差に基づいて隣接する装置との同期ずれ量を算定する算定工程と、

前記算定工程により算定された同期ずれ量に基づいて、自装置の動作タイミングを補正する補正工程と、

を含んだことを特徴とするパケット通信方法。

【請求項 9】 前記端末装置が、前記同期要求パケットに引き続いて相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとの数の情報パケットを送信する情報パケット送信工程と、

前記中継装置が、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットを一時記憶し、同期要求パケットに引き続いて一時記憶した情報パケットをつぎの動作タイミングで中継する中継工程と、

を含んだことを特徴とする請求項 8 に記載のパケット通信方法。

【請求項 10】 前記中継装置が、1 : N 多重・同報通信系の N 側方路から 1 側方路に情報パケットを中継する場合に、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットのデータ部分だけを切り出す切出工程

と、前記切出工程により切り出されたデータ部分を所定の順序に並べたパケットを生成するパケット生成工程とをさらに備え、

前記中継工程は、前記同期要求パケットに引き続いて前記パケット生成工程により生成されたパケットをつぎの動作タイミングで中継することを特徴とする請求項 9 に記載のパケット通信方法。

【請求項 1 1】 前記端末装置および中継装置が、タイミング同期制御に応じて動作タイミングごとに 1 ずつ増加する同期タイミング番号を共有し、前記中継装置が、前記端末装置ごとにあらかじめ決められた同期タイミング番号で特定される動作タイミングで前記同期要求パケットに引き続いて、相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとし数のパケットを送信することを特徴とする請求項 8 ～ 1 0 のいずれか一つに記載のパケット通信方法。

【請求項 1 2】 前記端末装置および中継装置が、各装置の故障情報の通知、収集、初期設定パラメータ、動作プログラムの更新などに用いる装置管理パケットを、前記端末装置および中継装置ごとにあらかじめ決められた長さとし数に応じて前記同期要求パケットに引き続いて隣接する装置宛に送信することを特徴とする請求項 8 ～ 1 0 のいずれか一つに記載のパケット通信方法。

【請求項 1 3】 前記端末装置が、システムの輻輳で廃棄されても上位階層の通信手順により再送されるベストエフォート型のパケットを送信すべき非優先の情報パケットとして有し、かつ情報パケットの送信以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットを送信するための時間があるとき、相手先の端末装置宛に当該非優先の情報パケットを送信し、前記中継装置が、中継以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットの送信に要する時間があるときには、前記非優先の情報パケットを中継することを特徴とする請求項 8 ～ 1 0 のいずれか一つに記載のパケット通信方法。

【請求項 1 4】 前記中継装置が、隣接する装置との間でタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過を検出する検出工程と、前記検出工程によりタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が検出された場合に、該タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が解消されるまで情報パケットの中継を停止する中継停止工程と、をさらに含んだことを特徴とする請

求項 8 ～ 1 0 のいずれか一つに記載のパケット通信方法。

【請求項 1 5】 前記請求項 8 ～ 1 4 に記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、相互に同期のとれた周期的なタイミングに合わせて動作する複数の端末装置と、少なくとも 1 つ以上の中継装置で構成されるパケット通信システムおよびその同期化技術に関し、特に伝送路の帯域利用率を向上でき、端末装置が情報パケットを送信してから相手端末装置に到着するまでの伝送遅延時間の最大値を確定的に保証できるパケット通信システムに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 1 1 は、特開平 7 - 2 8 3 8 0 4 号公報に記載された従来のパケット通信システムの構成を示すブロック図である。図 1 1 において、1 は送信側端末装置、2 は受信側端末装置、3 は A / D 変換回路、4 はパケット組立回路、5 はパケット分解回路、6 は D / A 変換回路である。

【0 0 0 3】

図 1 1 を参照すると、従来のパケット通信システムでは、送信側端末装置 1 のアナログ入力信号 $ch1(i)$, ..., $chX(i)$ が入力される各 A / D 変換回路 3 は、送信側端末装置 1 内においてお互いに A / D 変換タイミングの同期化が図られ、入力されたアナログ入力信号 $ch1(i)$, ..., $chX(i)$ のそれぞれを周期 T ごとに同時に A / D 変換してパケット組立回路 4 へ出力する。

【0 0 0 4】

A / D 変換回路 3 の後段に設けられたパケット組立回路 4 は、周期 T ごとに同期制御パケットを受信側端末装置 2 に送信し、A / D 変換回路 3 の A / D 変換タイミングを受信側端末装置 2 に通知する。また、A / D 変換回路 3 のそれぞれが A / D 変換したアナログ信号情報（デジタル信号）を必要数の情報パケットに

格納し、同期制御パケットに後続して情報パケットを受信側端末装置 2 に送信する。たとえば、アナログ入力信号 $ch1(i)$, ..., $chX(i)$ の入力チャンネルが 8 チャンネルで、1 つの情報パケットにアナログ信号情報（デジタル信号）を 2 個ずつ格納した場合には、4 個の情報パケットを受信側端末装置 2 に送信することになる。

【0005】

受信側端末装置 2 に設けられたパケット分解回路 5 は、同期制御パケットを受信すると、送信側端末装置 1 の A/D 変換タイミングを再生する。また、パケット組立回路 4 から情報パケットを受信した際、情報パケット内のアナログ信号情報（デジタル信号）を取り出し、該当する D/A 変換回路 6 に渡す。

【0006】

パケット分解回路 5 の後段に設けられた各 D/A 変換回路 6 は、パケット分解回路 5 で再生された A/D 変換タイミング信号に同期して各アナログ信号情報（デジタル信号）を D/A 変換し、各 D/A 変換回路 6 に一対一に設けられたアナログ信号出力チャンネルからアナログ出力信号 $ch1(o)$, ..., $chX(o)$ として出力する。以上の動作により、送信側端末装置 1 から受信側端末装置 2 へ複数のアナログ信号を同期して送信している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のパケット通信システムを、複数の送信側端末装置 1 と、少なくとも 1 つ以上の受信側端末装置 2 と、少なくとも 1 つ以上の中継装置（N : N の交換機能を持つ交換装置、1 : N の多重・同報機能を持つ多重化装置など）で構成した大規模なパケット通信システムに適用する場合には、以下に掲げる問題点があった。

【0008】

まず第 1 の問題点は、送信側端末装置 1 が受信側端末装置 2 へ同期制御パケットを一方向的に送信するため、複数の送信側端末装置 1 と少なくとも 1 つ以上の受信側端末装置 2 との間でタイミング同期をとることが難しいことである。

【0009】

また第2の問題点は、中継装置が受信した同一方路宛パケットを到着順に多重中継する場合、中継装置を経由するごとに多重・分離が繰り返され、各中継装置と受信側端末装置2で情報パケットの到着間隔がゆらぐことである。このゆらぎに対処するため、各中継装置と受信側端末装置2は、大容量のパケット受信バッファが必要になるという問題点もある。

【0010】

そして第3の問題点は、上記ゆらぎのため、送信側端末装置1が情報パケットを送信してから、受信側端末装置2が前記情報パケットを受信するまでの伝送遅延時間の最大値を確定することが難しいことである。

【0011】

特に、上記第2の問題点および第3の問題点は、送信側端末装置1がベストエフォート型の非優先パケットを情報パケットと混在して送信した場合、またはパケット長を固定長ではなく可変長とした場合には、さらに顕著となるという問題点がある。

【0012】

この発明は、上記問題点を解消するためになされたものであり、複数の端末装置間でタイミング同期を実行でき、パケット受信バッファの小容量化を図れ、情報パケットの伝送遅延時間最大値を確定的に保証することができるパケット通信システム、パケット通信方法、およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を得ることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明にかかるパケット通信システムは、周期的なタイミングで通信動作をおこなう複数の端末装置並びに該端末装置間で授受されるパケットを中継する中継装置を有し、タイミング同期用の同期制御パケットを隣接する装置間で授受して動作タイミングの同期を確立するパケット通信システムにおいて、前記端末装置および中継装置は、隣接する装置に対して自己の動作タイミングで同期要求パケットを送信して同期要求をおこ

なう同期要求手段と、前記隣接する装置から同期要求パケットを受け付けた際に、前記同期要求パケットに対応する同期応答パケットを自己の同期タイミングに合わせて送信して同期応答をおこなう同期応答手段と、前記隣接する装置から送信された同期応答パケットの到着時刻と自己の動作タイミングとの時間差に基づいて隣接する装置との同期ずれ量を算定する算定手段と、前記算定手段により算定された同期ずれ量に基づいて、自装置の動作タイミングを補正する補正手段と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

この発明によれば、端末装置および中継装置が、隣接する装置に対して自己の動作タイミングで同期要求パケットを送信して同期要求をおこない、隣接する装置から同期要求パケットを受け付けた際に、同期要求パケットに対応する同期応答パケットを自己の同期タイミングに合わせて送信して同期応答をおこない、隣接する装置から送信された同期応答パケットの到着時刻と自己の動作タイミングとの時間差に基づいて隣接する装置との同期ずれ量を算定し、算定した同期ずれ量に基づいて、自装置の動作タイミングを補正することとしたので、複数の端末装置間でタイミング同期を実行でき、パケット受信バッファの小容量化を図れ、情報パケットの伝送遅延時間最大値を確定的に保証することができる。

【 0 0 1 5 】

つぎの発明にかかるパケット通信システムは、上記の発明において、前記端末装置は、前記同期要求パケットに引き続いて相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとする数の情報パケットを送信する情報パケット送信手段を備え、前記中継装置は、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットを一時記憶する記憶手段と、前記同期要求パケットに引き続いて前記記憶手段に記憶した情報パケットをつぎの動作タイミングで中継する中継手段と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

この発明によれば、端末装置が、同期要求パケットに引き続いて相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとする数の情報パケットを送信し、中継装置は、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信し

た情報パケットを一時記憶し、同期要求パケットに引き続いて一時記憶した情報パケットをつぎの動作タイミングで中継することとしたので、効率良くパケット通信をおこなうことができる。

【 0 0 1 7 】

つぎの発明にかかるパケット通信システムは、上記の発明において、前記中継装置は、1 : N 多重・同報通信系の N 側方路から 1 側方路に情報パケットを中継する場合に、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットのデータ部分だけを切り出す切出手段と、前記切出手段により切り出されたデータ部分を所定の順序に並べたパケットを生成するパケット生成手段とをさらに備え、前記中継手段は、前記同期要求パケットに引き続いて前記パケット生成手段により生成されたパケットをつぎの動作タイミングで中継することを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

この発明によれば、中継装置は、1 : N 多重・同報通信系の N 側方路から 1 側方路に情報パケットを中継する場合に、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットのデータ部分だけを切り出し、切り出したデータ部分を所定の順序に並べたパケットを生成し、同期要求パケットに引き続いてパケットをつぎの動作タイミングで中継することとしたので、中継装置の処理量は増えるものの、多重化効率を向上し、もって大規模なシステムに対応することができる。

【 0 0 1 9 】

つぎの発明にかかるパケット通信システムは、上記の発明において、前記端末装置および中継装置は、タイミング同期制御に応じて動作タイミングごとに 1 ずつ増加する同期タイミング番号を共有し、前記中継装置は、前記端末装置ごとにあらかじめ決められた同期タイミング番号で特定される動作タイミングで前記同期要求パケットに引き続いて、相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとする数のパケットを送信することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

この発明によれば、端末装置および中継装置は、タイミング同期制御に応じて

動作タイミングごとに1ずつ増加する同期タイミング番号を共有し、中継装置は、端末装置ごとにあらかじめ決められた同期タイミング番号で特定される動作タイミングで同期要求パケットに引き続いて、相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとし数のパケットを送信することとしたので、情報パケットを分散して送信することにより、一斉に送信する場合と比較して多重化効率を向上し、もって大規模なシステムに対応することができる。

【 0 0 2 1 】

つぎの発明にかかるパケット通信システムは、上記の発明において、前記端末装置および中継装置は、各装置の故障情報の通知、収集、初期設定パラメータ、動作プログラムの更新などに用いる装置管理パケットを、前記端末装置および中継装置ごとにあらかじめ決められた長さとし数に応じて前記同期要求パケットに引き続いて隣接する装置宛に送信することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

この発明によれば、端末装置および中継装置は、各装置の故障情報の通知、収集、初期設定パラメータ、動作プログラムの更新などに用いる装置管理パケットを、端末装置および中継装置ごとにあらかじめ決められた長さとし数に応じて同期要求パケットに引き続いて隣接する装置宛に送信することとしたので、各装置が同期パケットや情報パケットとともに装置管理パケットを送受でき、さらに信頼性の高いシステムを構成することができる。

【 0 0 2 3 】

つぎの発明にかかるパケット通信システムは、上記の発明において、前記端末装置は、システムの輻輳で廃棄されても上位階層の通信手順により再送されるベストエフォート型のパケットを送信すべき非優先の情報パケットとして有し、かつ情報パケットの送信以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットを送信するための時間があるとき、相手先の端末装置宛に当該非優先の情報パケットを送信し、前記中継装置は、中継以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットの送信に要する時間があるときには、前記非優先の情報パケットを中継することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

この発明によれば、端末装置は、システムの輻輳で廃棄されても上位階層の通信手順により再送されるベストエフォート型のパケットを送信すべき非優先の情報パケットとして有し、かつ情報パケットの送信以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットを送信するための時間があるとき、相手先の端末装置宛に当該非優先の情報パケットを送信し、中継装置は、中継以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットの送信に要する時間があるときには、非優先の情報パケットを中継することとしたので、各装置が同期制御パケットや情報パケットと共に非優先の情報パケットを送受でき、この非優先の情報パケットを用いることで、さらに自由度の高いパケット通信をおこなうことができる。

【 0 0 2 5 】

つぎの発明にかかるパケット通信システムは、上記の発明において、前記中継装置は、隣接する装置との間でタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過を検出する検出手段と、前記検出手段によりタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が検出された場合に、該タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が解消されるまで情報パケットの中継を停止する中継停止手段と、をさらに備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

この発明によれば、中継装置は、隣接する装置との間でタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過を検出し、タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が検出された場合に、該タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が解消されるまで情報パケットの中継を停止することとしたので、故障した装置から受信される送信周期の乱れた情報パケットの中継を排除し、それ以外の装置から受信される情報パケットを阻害することなく中継することができる。

【 0 0 2 7 】

つぎの発明にかかるパケット通信方法は、上記の発明において、周期的なタイミングで通信動作をおこなう複数の端末装置並びに該端末装置間で授受されるパケットを中継する中継装置を有し、タイミング同期用の同期制御パケットを隣接

する装置間で授受して動作タイミングの同期を確立するパケット通信システムの
パケット通信方法において、前記端末装置および中継装置が、隣接する装置に対
して自己の動作タイミングで同期要求パケットを送信して同期要求をおこなう同
期要求工程と、前記隣接する装置から同期要求パケットを受け付けた際に、前記
同期要求パケットに対応する同期応答パケットを自己の同期タイミングに合わせて
送信して同期応答をおこなう同期応答工程と、前記隣接する装置から送信され
た同期応答パケットの到着時刻と自己の動作タイミングとの時間差に基づいて隣
接する装置との同期ずれ量を算定する算定工程と、前記算定工程により算定され
た同期ずれ量に基づいて、自装置の動作タイミングを補正する補正工程と、を含
んだことを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

この発明によれば、端末装置および中継装置が、隣接する装置に対して自己の
動作タイミングで同期要求パケットを送信して同期要求をおこない、隣接する装
置から同期要求パケットを受け付けた際に、同期要求パケットに対応する同期応
答パケットを自己の同期タイミングに合わせて送信して同期応答をおこない、隣
接する装置から送信された同期応答パケットの到着時刻と自己の動作タイミング
との時間差に基づいて隣接する装置との同期ずれ量を算定し、算定した同期ずれ
量に基づいて、自装置の動作タイミングを補正することとしたので、複数の端末
装置間でタイミング同期を実行でき、パケット受信バッファの小容量化を図れ、
情報パケットの伝送遅延時間最大値を確定的に保証することができる。

【 0 0 2 9 】

つぎの発明にかかるパケット通信方法は、上記の発明において、前記端末装置
が、前記同期要求パケットに引き続いて相手先の端末装置宛に各端末装置ごとに
あらかじめ決められた長さとする数の情報パケットを送信する情報パケット送信工程
と、前記中継装置が、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受
信した情報パケットを一時記憶し、同期要求パケットに引き続いて一時記憶した
情報パケットをつぎの動作タイミングで中継する中継工程と、を含んだことを特
徴とする。

【 0 0 3 0 】

この発明によれば、端末装置が、同期要求パケットに引き続いて相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとし、数の情報パケットを送信し、中継装置は、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットを一時記憶し、同期要求パケットに引き続いて一時記憶した情報パケットをつぎの動作タイミングで中継することとしたので、効率良くパケット通信をおこなうことができる。

【 0 0 3 1 】

つぎの発明にかかるパケット通信方法は、上記の発明において、前記中継装置が、1 : N 多重・同報通信系の N 側方路から 1 側方路に情報パケットを中継する場合に、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットのデータ部分だけを切り出す切出工程と、前記切出工程により切り出されたデータ部分を所定の順序に並べたパケットを生成するパケット生成工程とをさらに備え、前記中継工程は、前記同期要求パケットに引き続いて前記パケット生成工程により生成されたパケットをつぎの動作タイミングで中継することを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

この発明によれば、中継装置は、1 : N 多重・同報通信系の N 側方路から 1 側方路に情報パケットを中継する場合に、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットのデータ部分だけを切り出し、切り出したデータ部分を所定の順序に並べたパケットを生成し、同期要求パケットに引き続いてパケットをつぎの動作タイミングで中継することとしたので、中継装置の処理量は増えるものの、多重化効率を向上し、もって大規模なシステムに対応することができる。

【 0 0 3 3 】

つぎの発明にかかるパケット通信方法は、上記の発明において、前記端末装置および中継装置が、タイミング同期制御に応じて動作タイミングごとに 1 ずつ増加する同期タイミング番号を共有し、前記中継装置が、前記端末装置ごとにあらかじめ決められた同期タイミング番号で特定される動作タイミングで前記同期要求パケットに引き続いて、相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決

められた長さと数のパケットを送信することを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

この発明によれば、端末装置および中継装置は、タイミング同期制御に応じて動作タイミングごとに1ずつ増加する同期タイミング番号を共有し、中継装置は、端末装置ごとにあらかじめ決められた同期タイミング番号で特定される動作タイミングで同期要求パケットに引き続いて、相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さと数のパケットを送信することとしたので、情報パケットを分散して送信することにより、一斉に送信する場合と比較して多重化効率を向上し、もって大規模なシステムに対応することができる。

【 0 0 3 5 】

つぎの発明にかかるパケット通信方法は、上記の発明において、前記端末装置および中継装置が、各装置の故障情報の通知、収集、初期設定パラメータ、動作プログラムの更新などに用いる装置管理パケットを、前記端末装置および中継装置ごとにあらかじめ決められた長さと数に応じて前記同期要求パケットに引き続いて隣接する装置宛に送信することを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

この発明によれば、端末装置および中継装置は、各装置の故障情報の通知、収集、初期設定パラメータ、動作プログラムの更新などに用いる装置管理パケットを、端末装置および中継装置ごとにあらかじめ決められた長さと数に応じて同期要求パケットに引き続いて隣接する装置宛に送信することとしたので、各装置が同期パケットや情報パケットとともに装置管理パケットを送受でき、さらに信頼性の高いシステムを構成することができる。

【 0 0 3 7 】

つぎの発明にかかるパケット通信方法は、上記の発明において、前記端末装置が、システムの輻輳で廃棄されても上位階層の通信手順により再送されるベストエフォート型のパケットを送信すべき非優先の情報パケットとして有し、かつ情報パケットの送信以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットを送信するための時間があるとき、相手先の端末装置宛に当該非優先の情報パケットを送信し、前記中継装置が、中継以降のつぎの動作タイミングまでの期間

に最大長の情報パケットの送信に要する時間があるときには、前記非優先の情報パケットを中継することを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

この発明によれば、端末装置は、システムの輻輳で廃棄されても上位階層の通信手順により再送されるベストエフォート型のパケットを送信すべき非優先の情報パケットとして有し、かつ情報パケットの送信以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットを送信するための時間があるとき、相手先の端末装置宛に当該非優先の情報パケットを送信し、中継装置は、中継以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットの送信に要する時間があるときには、非優先の情報パケットを中継することとしたので、各装置が同期制御パケットや情報パケットと共に非優先の情報パケットを送受でき、この非優先の情報パケットを用いることで、さらに自由度の高いパケット通信をおこなうことができる。

【 0 0 3 9 】

つぎの発明にかかるパケット通信方法は、上記の発明において、前記中継装置が、隣接する装置との間でタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過を検出する検出工程と、前記検出工程によりタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が検出された場合に、該タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が解消されるまで情報パケットの中継を停止する中継停止工程と、をさらに含んだことを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

この発明によれば、中継装置は、隣接する装置との間でタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過を検出し、タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が検出された場合に、該タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が解消されるまで情報パケットの中継を停止することとしたので、故障した装置から受信される送信周期の乱れた情報パケットの中継を排除し、それ以外の装置から受信される情報パケットを阻害することなく中継することができる。

【 0 0 4 1 】

つぎの発明にかかる記録媒体は、上記方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したことで、そのプログラムを機械読み取り可能となり、これによって、上記方法のいずれか一つの動作をコンピュータによって実現することができる。

【 0 0 4 2 】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかるパケット通信システム、同期制御方法、およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【 0 0 4 3 】

実施の形態 1.

まず、本実施の形態 1 にかかるパケット通信システムのシステム構成について説明する。図 1 は、本実施の形態 1 にかかるパケット通信システムのシステム構成を示す図である。図 1 において、1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d は送信側端末装置、1 2 a, 1 2 b は受信側端末装置、1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d は多重化装置である。

【 0 0 4 4 】

図 1 に示すように、本実施の形態 1 のパケット通信システムは、周期的なタイミング信号に同期して通信動作を実行する複数の送信側端末装置 1 1 a ~ 1 1 d (以下「送信側端末装置 1 1」と総称する)と、受信側端末装置 1 2 a ~ 1 2 b (以下「受信側端末装置 1 2」と総称する)と、これらの間で送受するパケットを中継する少なくとも 1 つ以上の多重化装置 1 3 a ~ 1 3 d (以下「多重化装置 1 3」と総称する)とで構成される。

【 0 0 4 5 】

なお、かかるパケット通信システムでは、タイミング同期用の同期制御パケットを隣接する端末装置と中継装置間で往復または中継装置同士間で往復させることにより、システムを構成する全装置のタイミングを同期させている。なお、送信側端末装置 1 1 には、アナログ信号が入力される。

【 0 0 4 6 】

多重化装置 13c は、送信側端末装置 11a～11b からの多チャネル信号を重ね合わせて 1 チャネルに合成して情報パケットを生成する多重化処理を行い、多重化装置 13d は、送信側端末装置 11c～11d からの多チャネル信号を重ね合わせて 1 チャネルに合成する多重化処理をおこなう。

【0047】

多重化装置 13b は、多重化装置 13c および多重化装置 13d から情報パケットを受け取り、受信側の多重化装置 13a に対して中継する。多重化装置 13a は、多重化装置 13b から中継された情報パケットを受信側端末装置 12a～12b に送信する。

【0048】

本実施の形態のパケット通信システムでは、全端末装置間のタイミング同期をおこなうため、同期制御に関して、各装置をつぎのように定義付けている。また、システム内にループ経路が構成される場合にも、当該ループ経路を仮想的に分断して、マスタを中心とする放射状の経路と見なして同様の定義付けを行っている。

【0049】

すなわち、全装置の中のいずれか 1 つをマスタとする。ここで、マスタは全装置における周期 T の同期タイミング源を意味する。なお、本実施の形態では、全ての送信側端末装置 11 が周期 T 中に送信する情報パケットの送信時間の合計と同期制御パケットの 1 パケットの送信時間の和が周期 T を越えないようにパケット通信システムを設計している。

【0050】

また、マスタ以外の多重化装置をサブマスタとする。このサブマスタは隣接するマスタまたはサブマスタに従属同期する。サブマスタ同士では、マスタに遠いサブマスタが、マスタに近いサブマスタに従属同期する。

【0051】

たとえば、多重化装置 13b（中継装置）をマスタとした場合には、多重化装置 13b（マスタ）以外の多重化装置 13a，13c，13d（中継装置）がサブマスタとなる。

【 0 0 5 2 】

さらに、マスタ以外の送信側端末装置 1 1 および受信側端末装置 1 2 をスレーブとする。送信側端末装置 1 1 および受信側端末装置 1 2 (スレーブ) のそれぞれは、隣接するマスタまたはサブマスタに従属同期する。

【 0 0 5 3 】

たとえば、多重化装置 1 3 b (中継装置) をマスタとした場合には、送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d と受信側端末装置 1 2 a, 1 2 b とがスレーブになる。送信側端末装置 1 1 a ~ 1 1 b (スレーブ) は、隣接する多重化装置 1 3 c (サブマスタ) に従属同期する。送信側端末装置 1 1 c ~ 1 1 d (スレーブ) は、隣接する多重化装置 1 3 d (サブマスタ) に従属同期する。受信側端末装置 1 2 a ~ 1 2 b (スレーブ) は、隣接する多重化装置 1 3 a (サブマスタ) に従属同期する。

【 0 0 5 4 】

本実施の形態のパケット通信システムでは、以上の定義に基づき、隣接装置間で同期制御パケットを往復させてタイミング同期を行っている。隣接装置の組み合わせとしては、マスタ対サブマスタ、サブマスタ対スレーブ、マスタ対スレーブ、およびマスタに近いサブマスタ対マスタに遠いサブマスタの 4 通りが考えられる。

【 0 0 5 5 】

図 2 は、隣接するマスタ対サブマスタ間のタイミング同期手順を示す図である。図 2 において、1 4 は要求時の同期制御パケットであり、1 5 は応答時の同期制御パケットである。

【 0 0 5 6 】

図 2 を参照して、隣接するマスタ対サブマスタ間のタイミング同期手順を以下に述べる。なお、マスタ対サブマスタ以外の他の組み合わせも同様にしてタイミング同期がおこなわれるので、ここではその説明は省略する。

【 0 0 5 7 】

本実施の形態のパケット通信システムでは、まず、サブマスタが、サブマスタ自己の同期タイミング信号 (サブマスタ同期タイミング) に合わせて、周期 T よ

りも長い任意の周期で同期制御パケット14（要求）をマスタに対して送信する（第1 タイミング同期手順）。

【0058】

これに続いて、マスタは、第1 タイミング同期手順における同期制御パケット14（要求）を受信すると、直前の自己の同期タイミング信号と当該同期タイミング信号の到着時刻との時間差 T_m を計測する（第2 タイミング同期手順）。

【0059】

これに続いて、マスタは、第2 タイミング同期手順における時間差 T_m およびパケットを送信した際の同期タイミング番号（図中の $M+1$ ）を同期制御パケット15（応答）に格納し、自己の同期タイミング信号に同期して当該同期制御パケット15（応答）をサブマスタに送信する（第3 タイミング同期手順）。

【0060】

これに続いて、サブマスタは、第3 タイミング同期手順における同期制御パケット15（応答）を受信すると、直前の自己の同期タイミング信号と当該同期タイミング信号の到着時刻との時間差 T_s を計測する（第4 タイミング同期手順）。

【0061】

ここで、往路伝送路の伝送遅延時間を T_{d1} 、復路伝送路の伝送遅延時間を T_{d2} 、マスタとサブマスタの同期タイミングのずれを ΔT とすると、図2に示すように、 $T_m = \Delta T + T_{d1}$ 、 $T_{d2} = \Delta T + T_s$ の関係が成立する。

【0062】

そして、往路伝送路の伝送遅延時間 T_{d1} は、復路伝送路の伝送遅延時間 T_{d2} に等しい、すなわち、伝送路の往復の伝送遅延時間は等しい（ $T_{d1} = T_{d2}$ ）ので、

$$\Delta T = (T_m - T_s) / 2 \quad \dots (1) \text{ 式}$$

が成り立つ。

【0063】

そこで、サブマスタは、（1）式より ΔT を計算し、自己の同期タイミングをマスタの同期タイミング信号に一致させる（第5 タイミング同期手順）。サブマスタは、第3 タイミング同期手順における同期制御パケット15（応答）に格納

された同期タイミング番号（図中のM+1）を基に自己の同期タイミング番号をマスタの同期タイミング番号（図中のM）に一致させる（第6タイミング同期手順）。

【0064】

本実施の形態のパケット通信システムでは、以上の第1タイミング同期手順～第6タイミング同期手順を実行することで、隣接装置間で次々にタイミング同期をとり、マスタを同期タイミング源としてマスタから末端のスレーブまで全ての装置のタイミング同期をおこなう。

【0065】

ところで、上記（1）式は伝送路の往復の伝送遅延時間が等しい場合に限り成り立つ。このため、各装置は、同期制御パケットを自己の同期タイミングからゆらぎなく固定遅延だけ遅延されて送信する必要がある。このために必要となる本実施の形態のパケット通信システムの内部構成およびその動作を以下に説明する。

【0066】

まず、送信側端末装置11、多重化装置13、受信側端末装置12の内部構成を図3に示す。図3において、11は送信側端末装置、12は受信側端末装置、13は多重化装置、16はA/D変換回路、17はパケット組立回路、18はパケット処理回路、19はパケット多重・同報回路、20, 21, 22a, 22b, ..., 22c, 22dは同期制御回路である。

【0067】

本実施の形態のパケット通信システムでは、まず、多重化装置13において、同期制御回路22a, 22b, ..., 22c, 22dのいずれか1つの同期タイミング信号に他の同期制御回路が同期をおこなう。たとえば、多重化装置13がマスタで、同期制御回路22dを同期タイミング源とした場合には、同期制御回路22a, 22b, ..., 22cのそれぞれは同期制御回路22dに同期をとる。また、たとえば、多重化装置13がサブマスタで、同期制御回路22dの先にマスタが接続されている場合には、同期制御回路22a, 22b, ..., 22cは同期制御回路22dに同期をとることになる。

【 0 0 6 8 】

つぎに、送信側端末装置 1 1 においては、情報パケットを以下のように送信する。まず、同期制御回路 2 0 が、前述のタイミング同期手順にしたがい、同期タイミング信号に同期して隣接装置へ同期制御パケットを送信し、タイミング同期をおこなう（第 1 送信工程）。

【 0 0 6 9 】

これに続いて、A/D変換回路 1 6 が、入力されたアナログ信号を同期タイミング信号に同期してA/D変換する（第 2 送信工程）。その後、パケット組立回路 1 7 が、A/D変換後のアナログ信号情報（デジタル信号）を情報パケットのデータ領域に格納する（第 3 送信工程）。

【 0 0 7 0 】

これに続いて、パケット組立回路 1 7 が、同期タイミング信号に同期して同期制御パケットを隣接装置宛に送信する場合、周期 T 中にあらかじめ各送信側端末装置 1 1 ごとに定められたパケット長と数に応じて、第 3 送信工程で生成した情報パケットを、同期制御パケットに後続して相手先の受信側端末装置 1 2 宛に送信し、また同期制御パケットを送信しない場合には、情報パケットを同期タイミング信号に同期して相手先の受信側端末装置 1 2 宛に送信する（第 4 送信工程）。

【 0 0 7 1 】

つぎに、多重化装置 1 3 においては、1 : N 多重・同報通信系の N 側方路から受信した各情報パケットを 1 : N 多重・同報通信系の 1 側方路に以下のように中継する。すなわち、同期制御回路 2 2 a, 2 2 b, ..., 2 2 c, 2 2 d のそれぞれが、前述のタイミング同期手順にしたがい、同期タイミング信号に同期して隣接装置へ同期制御パケットを送信することでタイミング同期をおこなう（第 1 中継工程）。

【 0 0 7 2 】

これに続いて、パケット多重・同報回路 1 9 が、自装置の同期タイミングを基準にして、周期 T 中に受信された複数の情報パケットを一旦保持する（第 2 中継工程）。

【 0 0 7 3 】

これに続いて、パケット多重・同報回路 1 9 が、同期タイミング信号に同期して同期制御パケットを隣接装置宛に送信する場合には第 2 中継工程で生成した複数の情報パケットを同期制御パケットに後続して順に送信し、同期制御パケットを送信しない場合には第 2 中継工程で生成した複数の情報パケットを同期タイミング信号に同期して順に送信する（第 3 中継工程）。また、多重化装置 1 3 は、1 : N 多重・同報通信系の 1 側方路から受信した情報パケットも 1 : N 多重・同報通信系の N 側方路に上記と同様に同報中継する（第 4 中継工程）。

【 0 0 7 4 】

つぎに、受信側端末装置 1 2 においては、情報パケットを以下のように処理する。すなわち、同期制御回路 2 1 が、前述のタイミング同期手順にしたがい、同期タイミング信号に同期して隣接装置へ同期制御パケットを送信し、タイミング同期をおこなう。一方、パケット処理回路 1 8 は、受信された各情報パケットからアナログ信号情報（デジタル信号）を取り出し、上記同期タイミング信号に同期して所定の処理をおこなう。

【 0 0 7 5 】

図 4 は、実施の形態 1 のパケット通信システムの他の構成を示す機能ブロック図である。図 4 において、1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d は送信側端末装置、1 2 は受信側端末装置、1 3 は多重化装置である。

【 0 0 7 6 】

まず、図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 1 における各装置の装置の動作（同期化方法）について図 5 のタイミングチャートを参照して説明する。図 5 中の A, B, C, D, E の各タイミングチャートは、図 4 中の A, B, C, D, E の各矢印の方向の送信に対応している。

【 0 0 7 7 】

図 4 は、多重化装置 1 3 をマスタと定義し、受信側端末装置 1 2、送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d をスレーブと定義し、送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d のそれぞれから受信側端末装置 1 2 へのパケット転送の様子を示している。また、全ての装置でタイミング同期がとれた後の状態を

示している。送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d のそれぞれは周期 T ごとに情報パケットを 1 パケットずつ送信する。

【 0 0 7 8 】

図 5 に示すように、本実施の形態のパケット通信システムでは、送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d および多重化装置 1 3 において、同期制御パケットの送信動作と情報パケットの送信動作が競合することではなく、送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d および多重化装置 1 3 のそれぞれは、同期制御パケットを自己の同期タイミングから固定遅延時間だけ遅延させて送信できる。また、多重化装置 1 3 と受信側端末装置 1 2 での情報パケットの蓄積量は、周期 T 中に受信する情報パケット数を越えることはなく、必要とされるパケット受信バッファの容量は、周期 T に等しい送信時間分のパケットを格納するために必要な容量である。

【 0 0 7 9 】

本実施の形態のパケット通信システムでは、図 5 に示すように、情報パケットが多重化装置 1 3 に到着すると、つぎの周期 T 中に必ず送信されるので、送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d が情報パケットを送信してから受信側端末装置 1 2 が当該情報パケットを受信するまでの伝送遅延時間の最大値は次式で定義できる。

$$\text{情報パケットの伝送遅延時間最大値} = \text{周期 } T \times (\text{多重化装置経由数} + 1) \\ \dots (2) \text{ 式}$$

【 0 0 8 0 】

以上説明したようにこの発明の実施の形態 1 のパケット通信システムによれば、各装置が上記のように動作することにより、大規模なパケット通信システムを構成した場合でも、以下の効果が得られる。まず第 1 の効果は、複数の端末装置間でタイミング同期をとることができることである。また第 2 の効果は、パケット受信バッファの小容量化を図ることができることである。そして第 3 の効果は、情報パケットの伝送遅延時間最大値を確定的に保証することができることである。

【 0 0 8 1 】

実施の形態 2.

以下、この発明の実施の形態 2 を図面に基づいて詳細に説明する。実施の形態 2 にかかるパケット通信システムは、上記実施の形態 1 に比較し、多重化効率を向上することを目的とするものである。

【0082】

そのシステムの構成は図 1 に示す実施の形態 1 と同様であり、各装置の構成とタイミング同期にかかる動作、および送信側端末装置 11 (11a, 11b, 11c, 11d) の情報パケットの送信動作は、実施の形態 1 と同様であるが、多重化装置 13 (多重化装置 13a, ..., 13d) の情報パケット中継動作のみが上記実施の形態 1 と異なっている。そこで以下では、上記実施の形態 1 との差違部分についてのみ説明することとし、実施の形態 1 において既に記述したものと同一の部分については、同一符号を付し、重複した説明は省略する。

【0083】

本実施の形態の多重化装置 13 は、図 3 に示すように、1 : N 多重・同報通信系の N 側方路から受信した各情報パケットを 1 : N 多重・同報通信系の 1 側方路に以下のように中継する。まず、同期制御回路 22a, 22b, ..., 22c, 22d のそれぞれが、前述のタイミング同期手順にしたがい、同期タイミング信号に同期して隣接装置へ同期制御パケットを送信し、タイミング同期をおこなう (第 1 中継工程)。

【0084】

これに続いて、パケット多重・同報回路 19 は、自装置の同期タイミングを基準にして、周期 T 中に受信された複数の情報パケットを構成するパケットヘッダを除くデータ領域だけを切り出し、あらかじめ決められた順序に並べ替え、1 パケットに編集し、この際、最大パケット長の制限を越える場合には複数のパケットに分割する (第 2 中継工程)。

【0085】

これに続いて、パケット多重・同報回路 19 が、同期タイミング信号に同期して同期制御パケットを隣接装置宛に送信する場合に、つぎの同期タイミング信号に同期した状態で前述の情報パケットを同期制御パケットに後続して送信し、ま

た、同期制御パケットを送信しない場合に、前述の情報パケットを同期タイミング信号に同期して送信する（第3中継工程）。

【0086】

また、多重化装置13は、1:N多重・同報通信系の1側方路から受信した情報パケットも1:N多重・同報通信系のN側方路に上記と同様に同報中継するが、受信された情報パケットを編集せず、そのまま1:N多重・同報通信系のN側の各方路に同報する（第4中継工程）。

【0087】

また、受信側端末装置12は、装置内に情報パケット内の送信側端末装置11ごとの各情報の属性（たとえば、送信側端末装置11の識別子など）をあらかじめ設定しておき、また、多重化装置13から受信された情報パケットに対して当該属性に基づき所定の処理をおこなう（第5中継工程）。

【0088】

本実施の形態では、全ての送信側端末装置11が周期T中に送信する情報パケットの packets ヘッダを除くデータ領域送信時間の合計と同期制御パケットの1パケットの送信時間の和が周期Tを越えないようにパケット通信システムを設計している。

【0089】

つぎに、図4に示すシステム構成を備えた実施の形態2における各装置の装置の動作（同期化方法）について図6のタイミングチャートを参照して説明する。本実施の形態では、図6に示すように、送信側端末装置11a, 11b, 11c, 11dおよび多重化装置13で、同期制御パケットの送信と情報パケットの送信が競合することなく、送信側端末装置11a, 11b, 11c, 11dおよび多重化装置13のそれぞれは、同期制御パケットを自己の同期タイミングから固定遅延だけ遅延して送信できる。さらに、図5に示す実施の形態5に比較して、パケットヘッダのビット数×多重パケット数分のデータ量が削減される。

【0090】

以上説明したようにこの発明の実施の形態2のパケット通信システムによれば、上記実施の形態1と同様の効果が得られ、さらに加えて、1つの情報パケット

に送信側端末装置 11 (11a, 11b, 11c, 11d) ごとの情報を多重することにより、多重化装置 13 の処理量は増えるものの、多重化効率を向上でき、実施の形態 1 と比較してさらに大規模なパケット通信システムを構成できるようになるといった効果を奏する。

【0091】

実施の形態 3.

以下、この発明の実施の形態 3 を図面に基づいて詳細に説明する。図 7 は、図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 3 における各装置の装置の動作（同期化方法）を説明するためのタイミングチャートである。

【0092】

本実施の形態のパケット通信システムは、様々な送信周期を持つ送信側端末装置を収容した場合に多重化効率を向上することを目的とするものである。そのシステムの構成は図 1 に示す実施の形態 1 と同様であり、各装置の構成とタイミング同期にかかる動作、および多重化装置 13 の情報パケット中継動作は上記実施の形態 1 と同様であるが、送信側端末装置 11 (11a, 11b, 11c, 11d) の情報パケットの送信動作のみが上記実施の形態 1 と異なっている。そこで以下では、上記実施の形態 1 との差違部分についてのみ説明することとし、実施の形態 1 において既に記述したものと同一の部分については、同一符号を付し、重複した説明は省略する。

【0093】

本実施の形態では、送信側端末装置 11 は、情報パケットを以下のように送信する。なお、以下のカッコ内は、周期 T の 2 倍の周期で A/D 変換したアナログ信号情報（デジタル信号）を送信する 2 台の送信側端末装置 11 の動作の例である。

【0094】

本実施の形態のパケット通信システムでは、まず、図 3 に示す送信側端末装置 11 において、同期制御回路 20 が、前述のタイミング同期手順にしたがい、同期タイミング信号に同期して隣接装置へ同期制御パケットを送信し、タイミング同期をおこなう（第 1 送信工程）。

【 0 0 9 5 】

これに続いて、A/D変換回路16が、送信側端末装置11のそれぞれにあらかじめ定められた同期タイミング番号（たとえば末尾が2の倍数）の同期タイミング信号に同期して、アナログ信号入力端子から入力されたアナログ信号をA/D変換する（第2送信工程）。これに続いて、パケット組立回路17が、第2送信工程におけるA/D変換後の情報を情報パケットのデータ領域に格納する（第3送信工程）。

【 0 0 9 6 】

これに続いて、パケット組立回路17が、前述の同期タイミング番号以後の送信側端末装置11のそれぞれにあらかじめ定められた同期タイミング番号（たとえば、1台は前述の番号+1、もう1台は前述の番号+2）の周期T中に、同期タイミング信号に同期して同期制御パケットを隣接装置宛に送信する場合に、第3送信工程で格納した情報パケットを同期制御パケットに後続して相手側の受信側端末装置12（12a, 12b）宛に送信し、同期制御パケットを送信しない場合には、情報パケットを同期タイミング信号に同期して送信する（第4送信工程）。

【 0 0 9 7 】

本実施の形態のパケット通信システムでは、送信側端末装置11のそれぞれが各周期T中に送信する情報パケットの送信時間の合計と同期制御パケットの1パケットの送信時間の和が周期Tを越えないようにパケット通信システムを設計している。

【 0 0 9 8 】

なお、任意の送信側端末装置11（11a, 11b, 11c, 11d）の情報パケット送信周期が周期Tの整数倍でなく、たとえば1.5Tの場合には、3Tに2フレームの割合で（たとえば、同期タイミング番号の末尾が3の倍数および3の倍数+1の同期タイミング信号に同期して）送信するよう設定すればよい。

【 0 0 9 9 】

つぎに、図4に示すシステム構成を備えた実施の形態3における各装置の装置の動作（同期化方法）について図7のタイミングチャートを参照して説明する。

図 7 中の A, B, C, D, E の各タイミングチャートは、図 4 中の A, B, C, D, E の各矢印の方向の送信に対応している点は、図 5 の前提と同様である。

【 0 1 0 0 】

図 7 を参照すると、本実施の形態では、まず、送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b が周期 T に情報パケットを 1 パケットずつ送信する。このとき、送信側端末装置 1 1 c, 1 1 d は、周期 T の 2 倍の周期で情報パケットを 1 パケットずつ生成するが、この際、送信側端末装置 1 1 c は同期タイミング番号 M, M + 2, M + 4, … の周期 T 中に情報パケットを送信し、送信側端末装置 1 1 d は同期タイミング番号 M + 1, M + 3, M + 5 (不図示), … の周期 T 中に情報パケットを送信する。

【 0 1 0 1 】

本実施の形態のパケット通信システムでは、図 7 に示すように、送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d および多重化装置 1 3 で、同期制御パケットの送信と情報パケットの送信が競合することはなく、送信側端末装置 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d および多重化装置 1 3 のそれぞれは、同期制御パケットを自己の同期タイミングから固定遅延だけ遅延して送信できる。また、情報パケットがつぎの周期 T に持ち越されて送信されることはなく、パケット受信バッファからの廃棄や上記 (2) 式を越える遅延も生じない。

【 0 1 0 2 】

以上説明したようにこの発明の実施の形態 3 のパケット通信システムによれば、上記実施の形態 1 と同様の効果が得られ、さらに加えて、様々な送信周期を持つ送信側端末装置 1 1 (1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d) が、情報パケットを分散して送信することにより、一斉に送信する場合に比較して多重化効率を向上でき、実施の形態 1 と比較してさらに大規模なパケット通信システムを構成できるようになるといった効果を奏する。

【 0 1 0 3 】

実施の形態 4.

以下、この発明の実施の形態 4 を図面に基づいて詳細に説明する。図 8 は、図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 4 における各装置の装置の動作 (同期

化方法)を説明するためのタイミングチャートである。この発明の実施の形態4にかかるパケット通信システムは、各装置が同期制御パケットや情報パケットと共に装置管理パケットを送受信することを目的とするものである。

【0104】

そのシステムの構成は図1に示す実施の形態1と同様であり、各装置の構成とタイミング同期にかかる動作および情報パケットの送受信にかかる動作は上記実施の形態1と同様であるが、装置管理パケットの送受信にかかる動作が上記実施の形態1に加わっている。そこで以下では、上記実施の形態1との差違部分についてのみ説明することとし、実施の形態1において既に記述したものと同一の部分については、同一符号を付し、重複した説明は省略する。なお、装置管理パケットは、各装置の故障情報の通知や収集、各装置の初期設定パラメータや動作プログラムの更新などに用いられるパケットである。

【0105】

本実施の形態のパケット通信システムでは、各装置は、まず最初に、前述のタイミング同期手順にしたがい同期タイミング信号に同期して同期制御パケットを隣接装置宛に送信する場合に、あらかじめ各装置ごとに定められたパケット長と数を越えない装置管理パケットを、同期制御パケットに後続して相手装置宛に送信する(第1送信工程)。このとき、情報パケットも送信する場合には情報パケットと装置管理パケットとの送信順序は問わない。

【0106】

一方、同期制御パケットを送信しない場合には、前述の装置管理パケットを同期タイミング信号に同期して送信する(第2送信工程)。このとき、情報パケットも送信する場合には、情報パケットと装置管理パケットとの送信順序は問わない。

【0107】

装置管理パケットの宛先が多重化装置13を経由した先の装置である場合には、多重化装置13は当該装置管理パケットを一旦蓄積し、あらかじめ前述の多重化装置13に定められたパケット長と数を越えないよう調整しながら、上記第1送信工程、第2送信工程にしたがい中継をおこなう。

【 0 1 0 8 】

本実施の形態のパケット通信システムでは、上記第 1 送信工程、第 2 送信工程において、全ての送信側端末装置 1 1 (1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d) が周期 T 中に送信する情報パケットの送信時間の合計と同期制御パケットの 1 パケットの送信時間と各装置ごとに定めた条件での装置管理パケットの送信時間の和が、各リンクで周期 T を越えないようにパケット通信システムを設計する。

【 0 1 0 9 】

つぎに、図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 4 における各装置の装置の動作（同期化方法）について図 8 のタイミングチャートを参照して説明する。図 8 中の A , B , C , D , E の各タイミングチャートは、図 4 中の A , B , C , D , E の各矢印の方向の送信に対応している点は、図 5 の前提と同様である。

【 0 1 1 0 】

図 8 を参照すると、本実施の形態のパケット通信システムでは、まず、送信側端末装置 1 1 (1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d) のそれぞれは周期 T に情報パケットを 1 パケットずつ送信する。また、送信側端末装置 1 1 b , 1 1 c は、各々同期タイミング番号 M + 2 , M の周期 T 中に装置管理パケットを 1 パケットずつ送信する。

【 0 1 1 1 】

これに続いて、送信側端末装置 1 1 (1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d) および多重化装置 1 3 においては、同期制御パケットの送信、情報パケットの送信、装置管理パケットの送信のいずれも競合することはなく、送信側端末装置 1 1 (1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 d) および多重化装置 1 3 のそれぞれは、同期制御パケットを自己の同期タイミングから固定遅延だけ遅延して送信できる。また、情報パケットがつぎの周期 T に持ち越されて送信されることはなく、パケット受信バッファからの廃棄や前述の (2) 式を越える遅延も生じない。

【 0 1 1 2 】

以上説明したようにこの発明の実施の形態 4 のパケット通信システムによれば、上記実施の形態 1 と同様の効果が得られ、さらに加えて、各装置が同期制御パケットや情報パケットと共に装置管理パケットを送受でき、装置管理パケットを

用いることで、実施の形態 1 と比較してさらに信頼性の高いパケット通信システムを構成できるようになるといった効果を奏する。

【0 1 1 3】

実施の形態 5.

以下、この発明の実施の形態 5 を図面に基づいて詳細に説明する。図 9 は、図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 5 における各装置の装置の動作（同期化方法）を説明するためのタイミングチャートである。

【0 1 1 4】

この発明の実施の形態 5 にかかるパケット通信システムは、各装置が同期制御パケットや情報パケットと共に非優先の情報パケットを送受信することを目的とするものである。

【0 1 1 5】

そのシステムの構成は図 1 に示す実施の形態 1 と同様であり、各装置の構成とタイミング同期にかかる動作および情報パケットの送受信にかかる動作は上記実施の形態 1 と同様であるが、非優先の情報パケットの送受信にかかる動作が上記実施の形態 1 に加わっている。そこで以下では、上記実施の形態 1 との差違部分についてのみ説明することとし、実施の形態 1 において既に記述したものと同一の部分については、同一符号を付し、重複した説明は省略する。なお、非優先の情報パケットは、システムの輻輳で廃棄されても上位階層の通信手順により再送されるベストエフォート型のパケットである。

【0 1 1 6】

本実施の形態のパケット通信システムでは、送信側端末装置 1 1 (1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d) は、送信すべき非優先の情報パケットを持つ場合には、以下の第 1 送信工程、第 2 送信工程を実行する。

【0 1 1 7】

すなわち、送信側端末装置 1 1 (1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d) は、同期制御パケットおよび情報パケットを送信後に、つぎの同期タイミング信号までに最大長のパケットの送信に要する時間が残っている場合に、相手端末装置宛に非優先の情報パケットを送信する（第 1 送信工程）。

【 0 1 1 8 】

また、送信すべき非優先の情報パケットが残っていても、つぎの同期タイミング信号までに最大長のパケットの送信に要する時間が残っていない場合には、つぎの周期 T で再度送信を試みる（第 2 送信工程）。

【 0 1 1 9 】

一方、多重化装置 1 3 は、非優先の情報パケットを以下の第 1 中継工程乃至第 3 送信工程で中継する。すなわち、受信された非優先の情報パケットを一旦保持する（第 1 中継工程）。

【 0 1 2 0 】

周期 T 中で、同期制御パケットを送信し、情報パケットを中継後、つぎの同期タイミング信号までに最大長のパケットの送信に要する時間が残っている場合には、前述の非優先の情報パケットを中継する（第 2 中継工程）。中継すべき非優先の情報パケットが残っていても、つぎの同期タイミング信号までに最大長のパケットの送信に要する時間が残っていない場合には、つぎの周期 T で再度中継を試みる（第 3 中継工程）。

【 0 1 2 1 】

つぎに、図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 5 における各装置の動作（同期化方法）について図 9 のタイミングチャートを参照して説明する。図 9 中の A, B, C, D, E の各タイミングチャートは、図 4 中の A, B, C, D, E の各矢印の方向の送信に対応している点は、図 5 の前提と同様である。

【 0 1 2 2 】

図 9 を参照すると、本実施の形態のパケット通信システムでは、まず、送信側端末装置 1 1（1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d）のそれぞれは周期 T に情報パケットを 1 パケットずつ送信し、また、同期タイミング番号 M の周期 T 中に非優先の情報パケットを 3 パケット送信する。

【 0 1 2 3 】

図 9 に示すように、送信側端末装置 1 1 および多重化装置 1 3 では、同期制御パケットの送信、情報パケットの送信、非優先の情報パケットの送定のいずれも競合することはなく、各装置は、同期制御パケットを自己の同期タイミングから

固定遅延だけ遅延して送信できる。また、情報パケットがつぎの周期Tに持ち越されて送信されることはなく、パケット受信バッファからの廃棄や前述の(2)式を越える遅延も生じない。なお、非優先の情報パケットが多重化装置の非優先の情報パケット用パケット受信バッファの容量を越えて受信された場合には、廃棄される。

【0124】

以上説明したようにこの発明の実施の形態5のパケット通信システムによれば、上記実施の形態1と同様の効果が得られ、さらに加えて、各装置が同期制御パケットや情報パケットと共に非優先の情報パケットを送受でき、非優先の情報パケットを用いることで、実施の形態1と比較してさらに自由度の高いパケット通信システムを構成できるようになるといった効果を奏する。

【0125】

実施の形態6.

以下、この発明の実施の形態6を図面に基づいて詳細に説明する。この発明の実施の形態6にかかるパケット通信システムでは、システムの一部の障害が全体に影響を及ぼさないよう信頼性を向上させることを目的とするものである。

【0126】

そのシステムの構成は図1に示す実施の形態1と同様であり、各装置の構成とタイミング同期にかかる動作および情報パケットの送受信にかかる動作は上記実施の形態1と同様であるが、システム上の障害を検出した際の動作が上記実施の形態1に加わっている。そこで以下では、上記実施の形態1との差違部分についてのみ説明することとし、実施の形態1において既に記述したものと同一の部分については、同一符号を付し、重複した説明は省略する。

【0127】

本実施の形態のパケット通信システムでは、多重化装置13は、同期制御パケットによる前述のタイミング同期手順の誤り(たとえば同期制御パケットの未受信など)を示すイベント、または直前の同期タイミングからつぎの同期タイミング信号までに受信された情報パケット数があらかじめ設定された値を超過したことを示すイベントのいずれかを、隣接装置との間で検出した場合に、当該イベン

トが解消されるまで、当該隣接装置から受信される情報 packets を中継しない（禁止する）。

【 0 1 2 8 】

つぎに、実施の形態 5 の packets 通信システムにおいて隣接装置の故障を検出した場合の多重化装置 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d の動作（同期化方法）について図 1 0 を参照して説明する。以下では、多重化装置 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d が隣接装置の故障を検出した場合の動作例を示す。

【 0 1 2 9 】

図 1 0 を参照すると、本実施の形態の packets 通信システムでは、多重化装置 1 3 d が故障した場合には、多重化装置 1 3 b（中継装置）が多重化装置 1 3 d との前述のタイミング同期手順の誤りを検出し、多重化装置 1 3 d から受信される情報 packets を中継せず（図の「B l o c k」と示した経路）、多重化装置 1 3 c から受信される情報 packets を中継する（図の「P a s s」と示した経路）。

【 0 1 3 0 】

以上説明したようにこの発明の実施の形態 6 の packets 通信システムによれば、上記実施の形態 1 と同様の効果が得られ、さらに加えて、故障した装置から受信される送信周期の乱れた情報 packets を中継しないことにより、それ以外の装置から受信される情報 packets を阻害することなく中継できるので、実施の形態 1 と比較してさらに自由度の高い packets 通信システムを構成できるようになるといった効果を奏する。

【 0 1 3 1 】

なお、上記実施の形態 3 ～ 6 では、上記実施の形態 1 を基本にしたが、実施の形態 2 を基本にしても上記と同様の効果が得られる。また、上記実施の形態 1 ～ 6 では、中継装置として多重化装置を用いたが、本発明が上記各実施形態に限定されず、N : N の交換機能を持つ交換装置を用いても上記実施の形態 1 ～ 6 と同様の作用および効果が得られる。

【 0 1 3 2 】

また、上記実施の形態 1 ～ 6 では、送信側端末装置と受信側端末装置を区別し

たが、本発明が上記各実施形態に限定されず、送信側端末装置と受信側端末装置の両方とも情報パケットを送受信しても上記実施の形態 1 ～ 6 と同様の作用および効果が得られる。

【 0 1 3 3 】

また、上記実施の形態 1 ～ 6 では、送信側端末装置がアナログ信号を A/D 変換する同期タイミングと同期制御パケットを送信する同期タイミングを同一としたが、本発明が上記各実施形態に限定されず、両者の間に一定の時間差があっても上記実施の形態 1 ～ 6 と同様の作用および効果が得られる。

【 0 1 3 4 】

また、上記実施の形態 1 ～ 6 では、多重化装置が情報パケットを周期だけ保持し中継するが本発明が上記各実施形態に限定されず、周期の整数倍だけ保持し中継しても上記実施の形態 1 ～ 6 と同様の作用および効果が得られる。

【 0 1 3 5 】

また上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。また、各図において、同一構成要素には同一符号を付している。

【 0 1 3 6 】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、端末装置および中継装置が、隣接する装置に対して自己の動作タイミングで同期要求パケットを送信して同期要求をおこない、隣接する装置から同期要求パケットを受け付けた際に、同期要求パケットに対応する同期応答パケットを自己の同期タイミングに合わせて送信して同期応答をおこない、隣接する装置から送信された同期応答パケットの到着時刻と自己の動作タイミングとの時間差に基づいて隣接する装置との同期ずれ量を算定し、算定した同期ずれ量に基づいて、自装置の動作タイミングを補正するよう構成したので、複数の端末装置間でタイミング同期を実行でき、パケット受信バッファの小容量化を図れ、情報パケットの伝送遅延時間最大値を確定的に保証することが可能なパケット通信システムが得られるという効果を奏する。

【 0 1 3 7 】

つぎの発明によれば、端末装置が、同期要求パケットに引き続いて相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとし、数の情報パケットを送信し、中継装置は、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットを一時記憶し、同期要求パケットに引き続いて一時記憶した情報パケットをつぎの動作タイミングで中継するよう構成したので、効率良くパケット通信をおこなうことが可能なパケット通信システムが得られるという効果を奏する。

【 0 1 3 8 】

つぎの発明によれば、中継装置は、1 : N 多重・同報通信系のN側方路から1側方路に情報パケットを中継する場合に、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットのデータ部分だけを切り出し、切り出したデータ部分を所定の順序に並べたパケットを生成し、同期要求パケットに引き続いてパケットをつぎの動作タイミングで中継するよう構成したので、中継装置の処理量は増えるものの、多重化効率を向上し、もって大規模なシステムに対応することが可能なパケット通信システムが得られるという効果を奏する。

【 0 1 3 9 】

つぎの発明によれば、端末装置および中継装置は、タイミング同期制御に応じて動作タイミングごとに1ずつ増加する同期タイミング番号を共有し、中継装置は、端末装置ごとにあらかじめ決められた同期タイミング番号で特定される動作タイミングで同期要求パケットに引き続いて、相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとし、数のパケットを送信するよう構成したので、情報パケットを分散して送信することにより、一斉に送信する場合と比較して多重化効率を向上し、もって大規模なシステムに対応することが可能なパケット通信システムが得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 0 】

つぎの発明によれば、端末装置および中継装置は、各装置の故障情報の通知、収集、初期設定パラメータ、動作プログラムの更新などに用いる装置管理パケットを、端末装置および中継装置ごとにあらかじめ決められた長さとし、数に応じて同期要求パケットに引き続いて隣接する装置宛に送信するよう構成したので、各装

置が同期パケットや情報パケットとともに装置管理パケットを送受でき、さらに信頼性の高いシステムを構成することが可能なパケット通信システムが得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 1 】

つぎの発明によれば、端末装置は、システムの輻輳で廃棄されても上位階層の通信手順により再送されるベストエフォート型のパケットを送信すべき非優先の情報パケットとして有し、かつ情報パケットの送信以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットを送信するための時間があるとき、相手先の端末装置宛に当該非優先の情報パケットを送信し、中継装置は、中継以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報パケットの送信に要する時間があるときには、非優先の情報パケットを中継するよう構成したので、各装置が同期制御パケットや情報パケットと共に非優先の情報パケットを送受でき、この非優先の情報パケットを用いることで、さらに自由度の高いパケット通信をおこなうことが可能なパケット通信システムが得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 2 】

つぎの発明によれば、中継装置は、隣接する装置との間でタイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過を検出し、タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が検出された場合に、該タイミング同期手順の誤りまたは情報パケット数の超過が解消されるまで情報パケットの中継を停止するよう構成したので、故障した装置から受信される送信周期の乱れた情報パケットの中継を排除し、それ以外の装置から受信される情報パケットを阻害することなく中継することが可能なパケット通信システムが得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 3 】

つぎの発明によれば、端末装置および中継装置が、隣接する装置に対して自己の動作タイミングで同期要求パケットを送信して同期要求をおこない、隣接する装置から同期要求パケットを受け付けた際に、同期要求パケットに対応する同期応答パケットを自己の同期タイミングに合わせて送信して同期応答をおこない、隣接する装置から送信された同期応答パケットの到着時刻と自己の動作タイミングとの時間差に基づいて隣接する装置との同期ずれ量を算定し、算定した同期ず

れ量に基づいて、自装置の動作タイミングを補正するよう構成したので、複数の端末装置間でタイミング同期を実行でき、パケット受信バッファの小容量化を図れ、情報パケットの伝送遅延時間最大値を確定的に保証することが可能なパケット通信方法が得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 4 】

つぎの発明によれば、端末装置が、同期要求パケットに引き続いて相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとな数の情報パケットを送信し、中継装置は、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットを一時記憶し、同期要求パケットに引き続いて一時記憶した情報パケットをつぎの動作タイミングで中継するよう構成したので、効率良くパケット通信をおこなうことが可能なパケット通信方法が得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 5 】

つぎの発明によれば、中継装置は、1 : N 多重・同報通信系の N 側方路から 1 側方路に情報パケットを中継する場合に、現在の動作タイミングからつぎの動作タイミングまでに受信した情報パケットのデータ部分だけを切り出し、切り出したデータ部分を所定の順序に並べたパケットを生成し、同期要求パケットに引き続いてパケットをつぎの動作タイミングで中継するよう構成したので、中継装置の処理量は増えるものの、多重化効率を向上し、もって大規模なシステムに対応することが可能なパケット通信方法が得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 6 】

つぎの発明によれば、端末装置および中継装置は、タイミング同期制御に応じて動作タイミングごとに 1 ずつ増加する同期タイミング番号を共有し、中継装置は、端末装置ごとにあらかじめ決められた同期タイミング番号で特定される動作タイミングで同期要求パケットに引き続いて、相手先の端末装置宛に各端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとな数のパケットを送信するよう構成したので、情報パケットを分散して送信することにより、一斉に送信する場合と比較して多重化効率を向上し、もって大規模なシステムに対応することが可能なパケット通信方法が得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 7 】

つぎの発明によれば、端末装置および中継装置は、各装置の故障情報の通知、収集、初期設定パラメータ、動作プログラムの更新などに用いる装置管理 packets を、端末装置および中継装置ごとにあらかじめ決められた長さとし、数に応じて同期要求 packet に引き続いて隣接する装置宛に送信するように構成したので、各装置が同期 packet や情報 packet とともに装置管理 packet を送受でき、さらに信頼性の高いシステムを構成することが可能な packet 通信方法が得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 8 】

つぎの発明によれば、端末装置は、システムの輻輳で廃棄されても上位階層の通信手順により再送されるベストエフォート型の packet を送信すべき非優先の情報 packet として有し、かつ情報 packet の送信以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報 packet を送信するための時間があるとき、相手先の端末装置宛に当該非優先の情報 packet を送信し、中継装置は、中継以降のつぎの動作タイミングまでの期間に最大長の情報 packet の送信に要する時間があるときには、非優先の情報 packet を中継するように構成したので、各装置が同期制御 packet や情報 packet と共に非優先の情報 packet を送受でき、この非優先の情報 packet を用いることで、さらに自由度の高い packet 通信をおこなうことが可能な packet 通信方法が得られるという効果を奏する。

【 0 1 4 9 】

つぎの発明によれば、中継装置は、隣接する装置との間でタイミング同期手順の誤りまたは情報 packet 数の超過を検出し、タイミング同期手順の誤りまたは情報 packet 数の超過が検出された場合に、該タイミング同期手順の誤りまたは情報 packet 数の超過が解消されるまで情報 packet の中継を停止するように構成したので、故障した装置から受信される送信周期の乱れた情報 packet の中継を排除し、それ以外の装置から受信される情報 packet を阻害することなく中継することが可能な packet 通信方法が得られるという効果を奏する。

【 0 1 5 0 】

つぎの発明によれば、上記方法のいずれか一つに記載された方法をコンピュー

タに実行させるプログラムを記録したことで、そのプログラムを機械読み取り可能となり、これによって、上記方法のいずれか一つの動作をコンピュータによって実現することが可能な記録媒体が得られるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 にかかるパケット通信システムの構成を示す図である。

【図 2】 隣接するマスタ対サブマスタ間のタイミング同期手順を示す図である。

【図 3】 送信側端末装置、多重化装置、受信側端末装置の内部構成を示す図である。

【図 4】 実施の形態 1 のパケット通信システムの他の構成を示す図である。

【図 5】 図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 1 における各装置の装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図 6】 図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 2 における各装置の装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図 7】 図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 3 における各装置の装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図 8】 図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 4 における各装置の装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図 9】 図 4 に示すシステム構成を備えた実施の形態 5 における各装置の装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図 10】 実施の形態 5 のパケット通信システムにおいて隣接装置の故障を検出した場合の多重化装置の動作を示す動作を説明する図である。

【図 11】 従来のパケット通信システムの構成を示す図である。

【符号の説明】

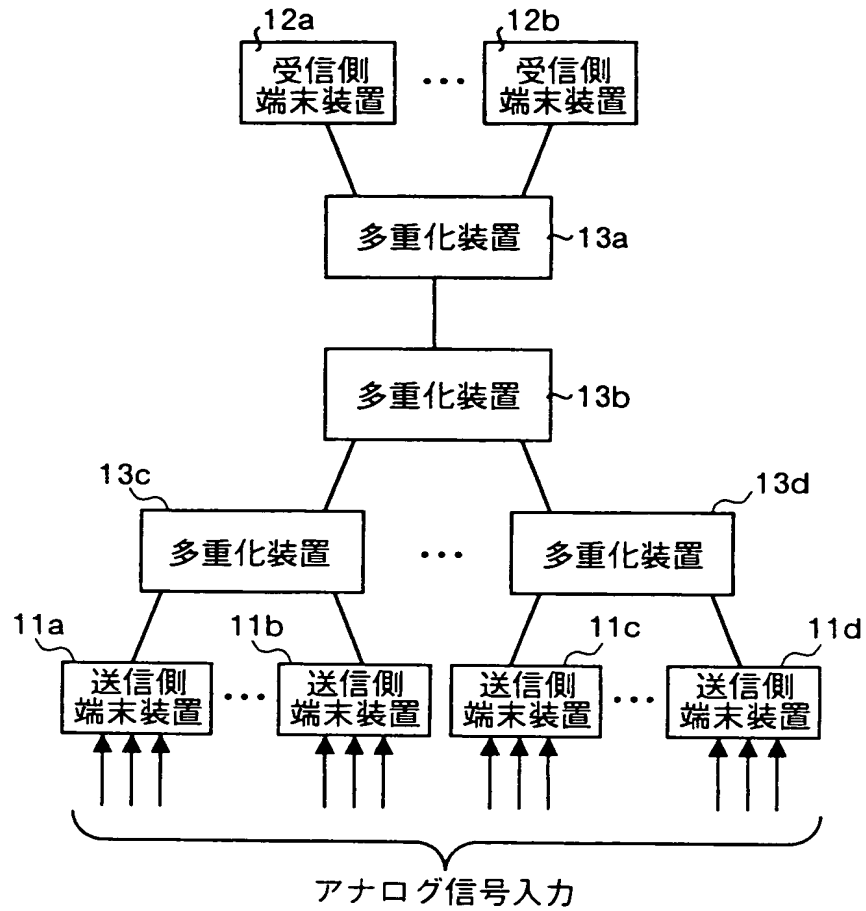
1 1, 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d 送信側端末装置、 1 2, 1 2 a, 1 2 b 受信側端末装置、 1 3, 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d 多重化装置、 1 4 同期制御パケット、 1 5 同期制御パケット、 1 6 A/D変

換回路、 1 7 パケット組立回路、 1 8 パケット処理回路、 1 9 パケ
ット多重・同報回路、 2 0, 2 1, 2 2 a, 2 2 b, 2 2 c, 2 2 d 同期制
御回路。

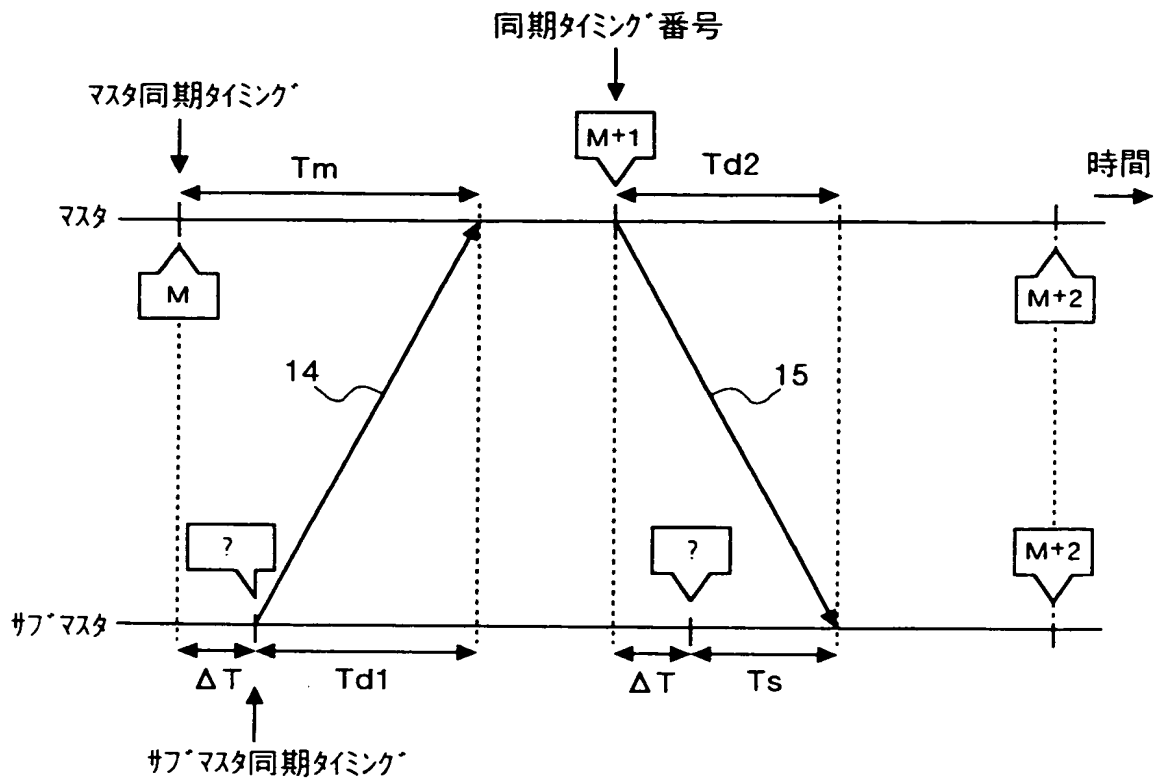
【書類名】

図面

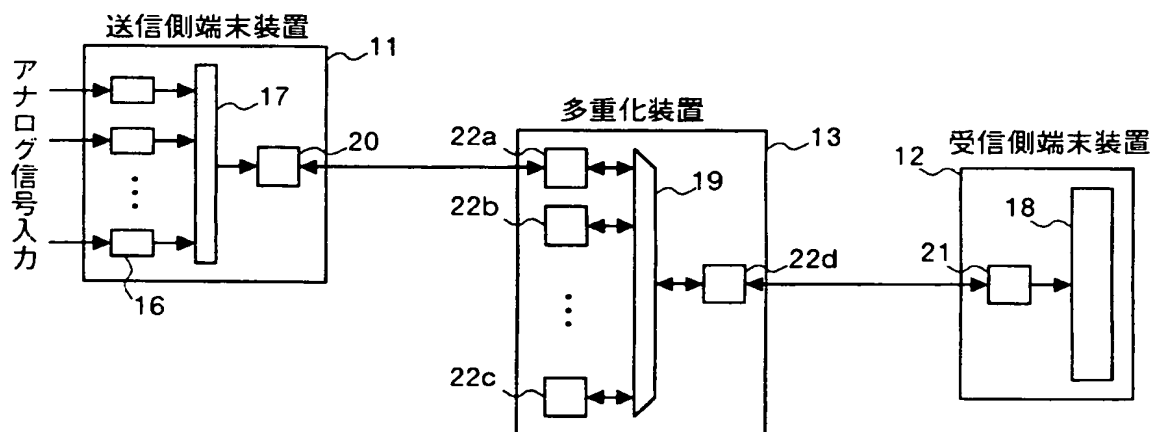
【図 1】



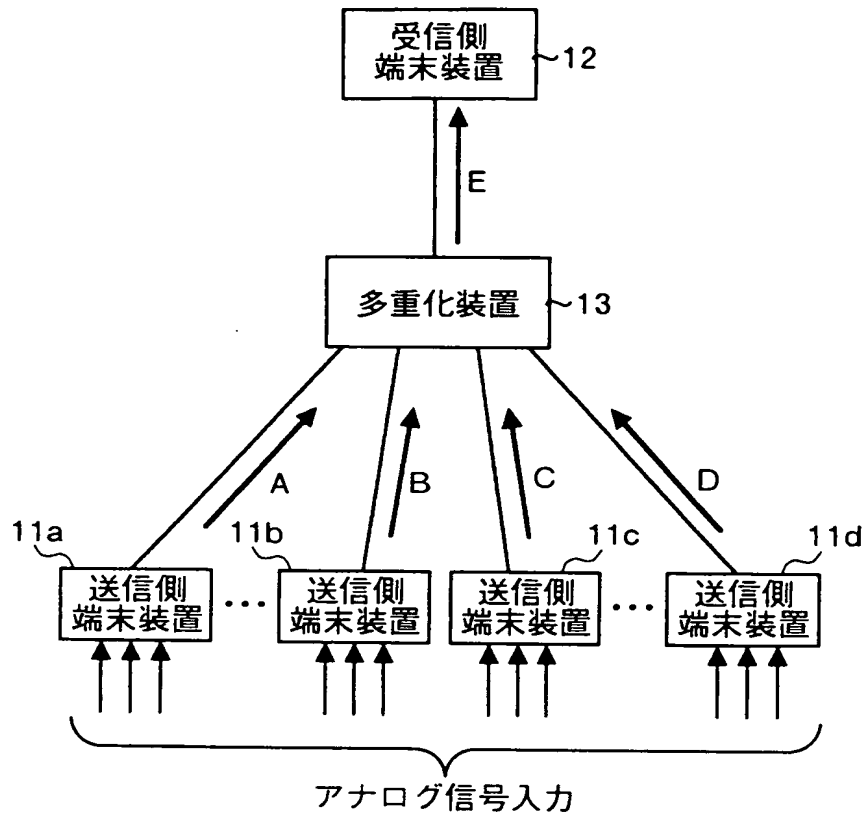
【図 2】



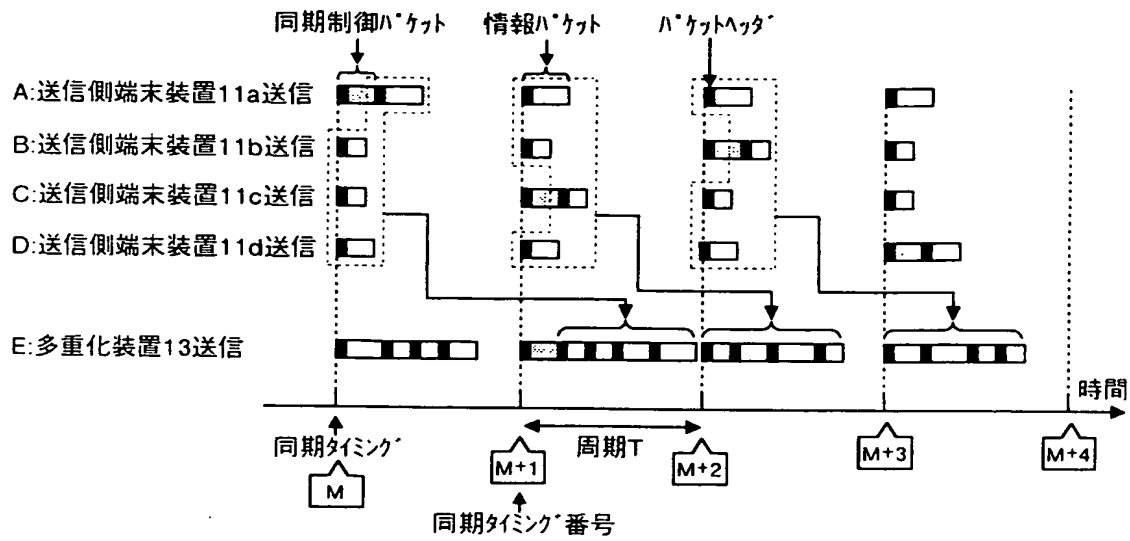
【図 3】



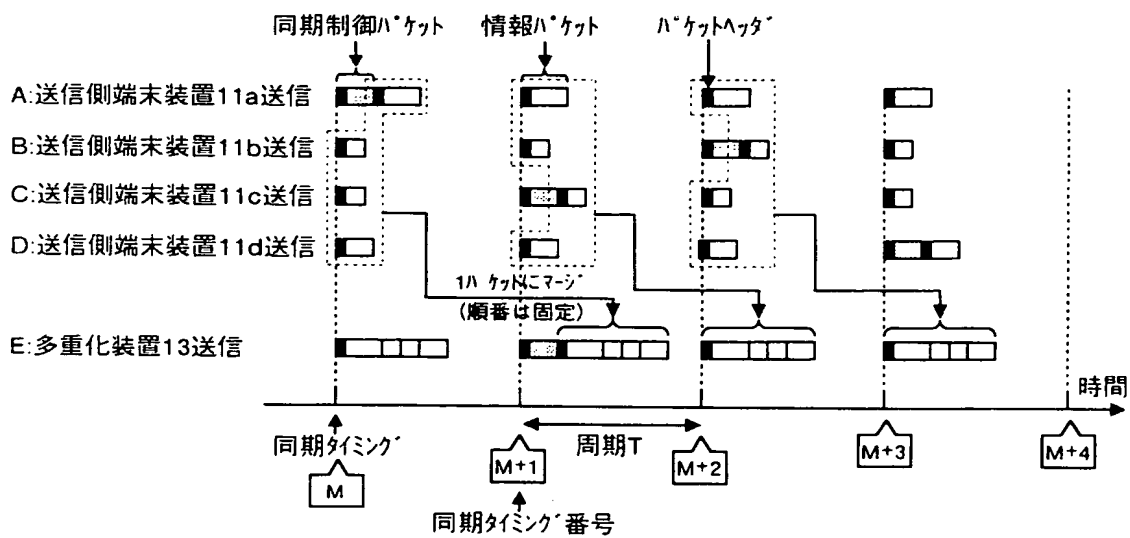
【図 4】



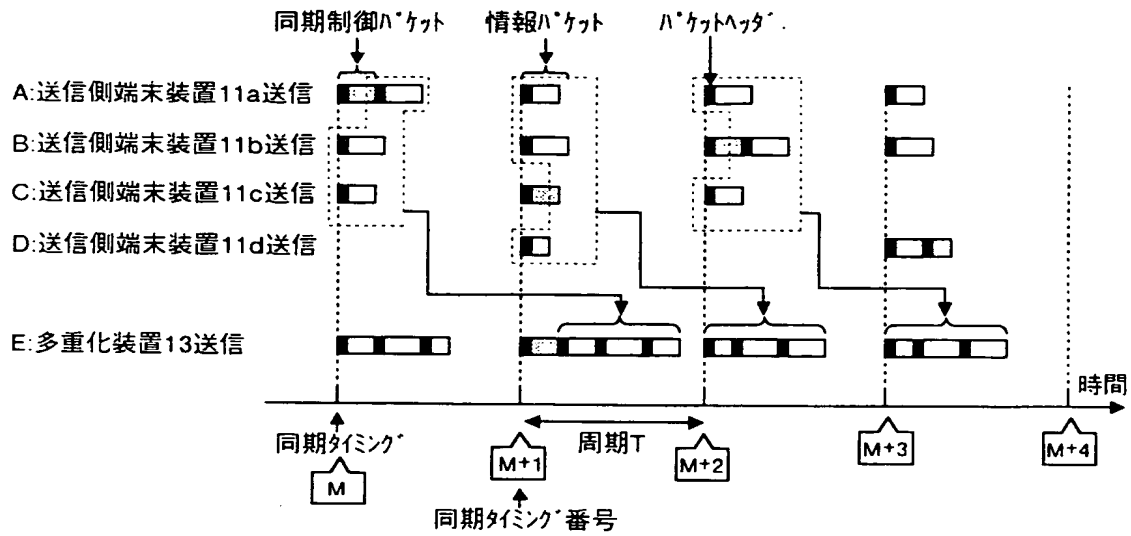
【図 5】



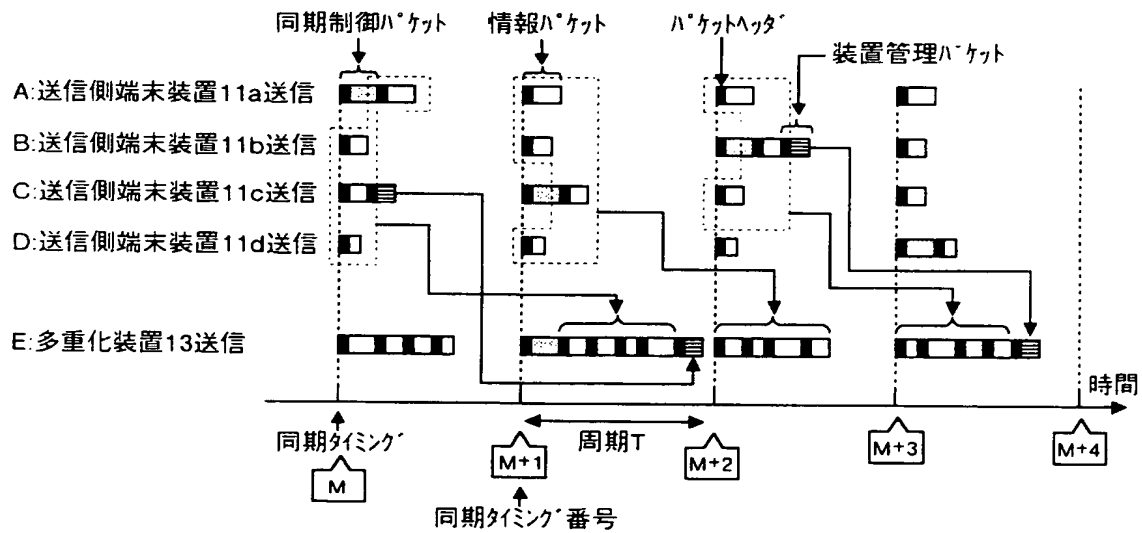
【図 6】



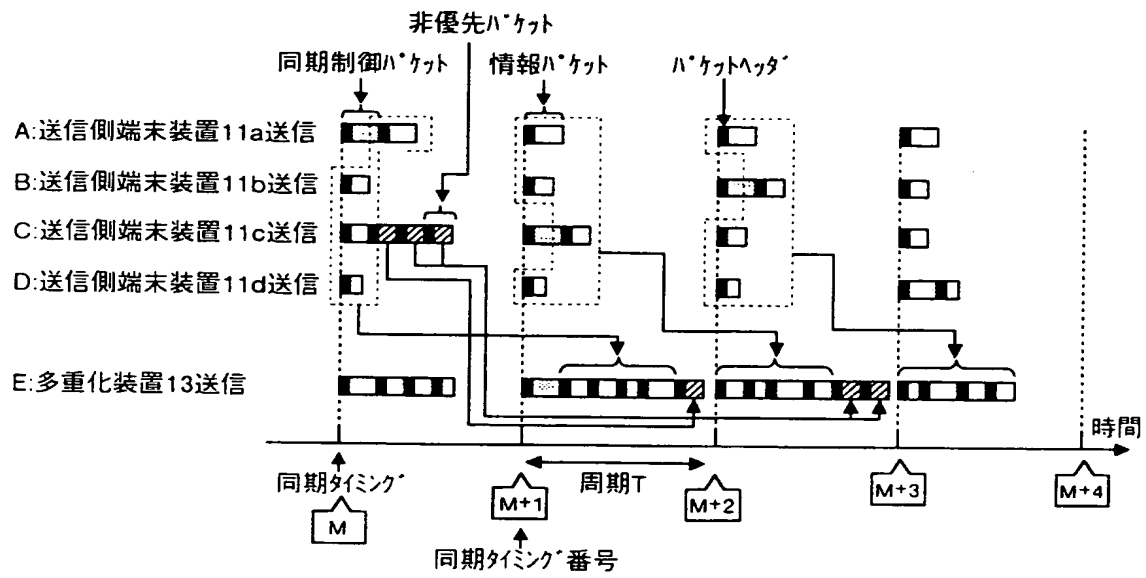
【図 7】



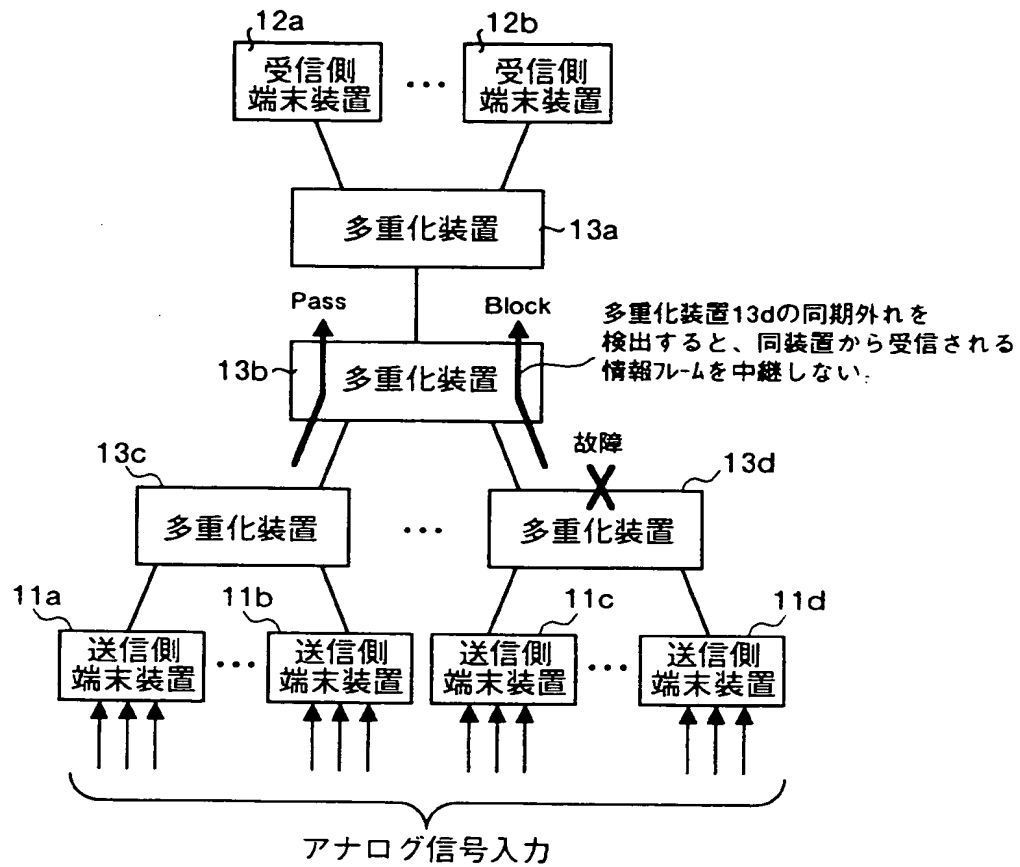
【図 8】



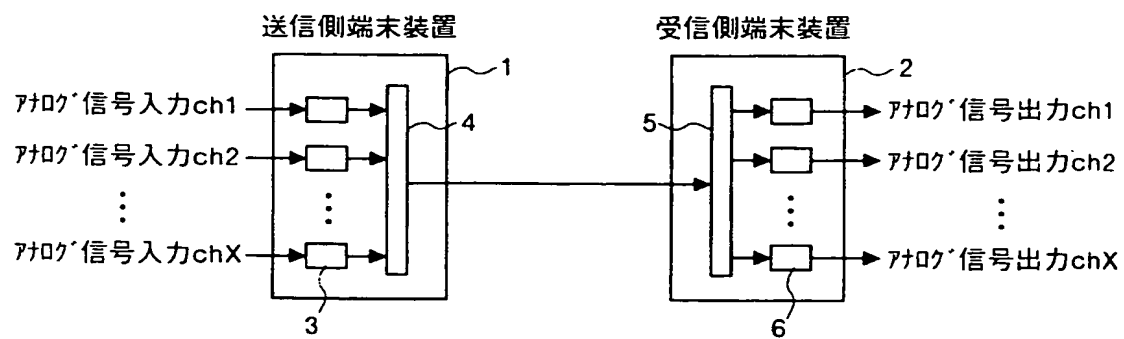
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の端末装置間でタイミング同期を実行でき、パケット受信バッファの小容量化を図れ、情報パケットの伝送遅延時間最大値を確定的に保証できるパケット通信システムを得ること。

【解決手段】 端末装置 1 1、1 2 および多重化装置 1 3 が、自己の同期タイミング信号に同期して隣接する端末装置または中継装置宛に同期制御パケットを送信し、同期制御パケットに引き続き、相手先の端末装置宛に端末装置ごとにあらかじめ決められた長さとする数の情報パケットを送信し、多重化装置 1 3 が、現在の同期タイミング信号から次の同期タイミング信号までに受信された情報パケットを一旦保持するとともに、同期制御パケットに後続させて保持した情報パケットを次の同期タイミング信号に同期して中継する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号
氏 名	三菱電機株式会社